

ra que quepan dos vías anchas. Hay ocho pozos verticales, cuya altura varia de 70 á 90 pies, en cinco de ellos se ha empezado ya la perforacion de la galería, y los demás están ya para llegar á ese nivel. Los ocho pozos y las dos bocas, presentarán diez y ocho puntos de ataque, en los que trabajarán noche y dia otras tantas cuadrillas, componiendo un total de 1200 hombres. En la boca de cada pozo se establece una máquina de 55 caballos de potencia para agotar, maniobrar y ventilar. La mayor parte de lo que la escavacion produce, se lleva por ferro-carril á las obras del dock y malecon de Jersey. Funcionan cuatro escavadores de vapor, y la obra, que empezó en julio último, deberá haber terminado en diciembre próximo.

NOTA SOBRE EL VIADUCTO DE SALTASH,

leida por Mr. Le Roy á la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia en julio de 1854.

El puente Britannia sobre el estrecho de Menai fué el primer ejemplo de la aplicacion del palastro á la construccion de los puentes, y siguiendo otros Ingenieros el impulso dado por Stephenson en Inglaterra, adoptaron su uso que les ha prestado grandes servicios, permitiéndoles realizar las mas atrevidas concepciones. No creemos desprovistos de interés, en el momento en que casi todas las naciones entran tambien en esta nueva era de construccion, algunos detalles sobre el viaducto que se está ejecutando en Saltash, cerca de Plymouth, con arreglo á los planos formados por el hábil y entendido ingeniero Brunel.

El camino de hierro designado en la red inglesa con el nombre de Great-Western, se divide á partir de Bristol en dos ramas, una de las cuales se dirige al NO. tomando el nombre de South-Wales, y la otra que marcha hácia el SO. atravesando Exeter y Plymouth, toma entre estas ciudades el nombre de South-Devon. La prolongacion de esta línea debe atravesar las provincias de Cornwall y siendo su objeto casi esclusivo el transporte de mercancías, se ha proyectado con una sola vía; la parte estrecha se halla en explotacion, pero el punto de union que exige numerosos trabajos y obras de consideracion se está ejecutando en la actualidad. Para enlazarse con la línea de Cornwall atraviesa el South-Devon á 11 kilómetros de Plymouth, dos brazos de mar que dependen del puerto militar. El mas próximo á la ciudad se salvará con un puente cuyo proyecto está sin redactar. Aunque el Almirantazgo no ha impuesto á Mr. Brunel condicion alguna para su establecimiento, su construccion ofrecerá graves inconvenientes que vencer, siendo uno de ellos el hallarse el terreno consistente recubierto por una capa de lango de más de 18 metros de espesor. Se duda entre un zampeado

general y la fundacion directa sobre la roca. Este último medio será probablemente el que se adopte á pesar de su coste, pues un puente construido no lejos del camino de hierro, para el paso de una carretera, presenta el fenómeno curioso de una oscilacion que se repite con la marea. Este puente es de madera, pero sus pilas de mampostería construidas sobre pilotaje oscilan verticalmente, sin que haya alteracion de equilibrio; solo el piso ha sufrido algo, notándose en él ondulaciones bastante sensibles.

El segundo brazo, llamado Hamoase, ofrece dificultades de otro género. El Almirantazgo ha impuesto al Ingeniero la condicion de dejar libre el paso de los navios, fijando una altura de 50^m,48 sobre las pleamars para el tablero del puente; ha reducido ademas los puntos de apoyo á su último límite, haciendo necesaria la adopcion de tramos tan grandes como los del puente Britannia. Mr. Brunel no podia disponer aquí, como Mr. Stephenson en el estrecho de Menai, de rocas para establecer sus puntos de apoyo y ha tenido que buscarlos á una profundidad de 19^m,85 bajo el nivel de las pleamars vivas de equinoccio. La acumulacion de todos estos obstáculos ha dado origen al magnífico viaducto que se ejecuta actualmente en Saltash, aldea situada sobre la orilla derecha del brazo de mar Hamoase.

Tiene este viaducto una longitud total de 667^m,50 (fig. 1) y está compuesto de tres partes, dos de ellas con pilas de mampostería y vigas de palastro, comprenden sobre las dos orillas una estension de 589^m,94; la del centro construida especialmente de palastro y hierro sobre el brazo de mar, tiene 277^m,56 y está formada por dos tramos de 158^m,68 cada uno. La planta (fig. 2) se compone de una parte central recta, á cuyas estremidades se unen los dos viaductos de mampostería y palastro, por medio de curvas de 535^m,50 y de 459^m,20 de radio.

El viaducto de la orilla derecha tiene diez tramos con vigas de palastro que descansan sobre pilas de mampostería. Seis de estos tramos tienen una luz de 21^m,18; la del mayor de los otros cuatro es de 28^m,54.

Las pilas de mampostería (fig. 10) están formadas por dos pilastras distintas, construidas con un pequeño talud, distantes una de otra 5^m,05 en el vértice, y unidas por tirantes de hierro que impiden su separacion y piezas de fundicion que se oponen á su aproximacion. La altura de las pilastras varia segun su posicion sobre la ladera; la mayor tiene 27^m,28 y la menor 7^m,16. Su ancho varia con la altura; las pilas mas altas tienen en el vértice 2^m,90 en la direccion de la longitud del viaducto y 2^m,14 en la del ancho del mismo; las mas bajas 1^m,98 por 2^m,14. Estas pilas muy ligeras y atrevidas se han construido con una piedra esquitosa muy dura, no habiéndose arreglado por hiladas sino en ciertos intervalos.

Las vigas de palastro que unen las pilas son cuerdas de la curva; tienen una longitud variable segun las luces de los tramos, es decir, 20 metros por término medio y 2^m,44 de altura. La parte superior del tubo es curva; la base tiene 0^m,915 de ancho; las hojas que forman el cuerpo de la viga son de un espesor de 0,006. Las traviesas de palastro que sostienen el piso están colocadas oblicuamente á las caras de la viga, y del mismo modo el tablero

del puente está formado por tablonces oblicuos puestos sobre estas traviesas. La separacion de las dos vigas de frente está hecha por medio de tirantes perpendiculares colocados bajo el piso; la flecha de curvatura es de $0^m,06$. Cada viga descansa sobre la pilastra por medio de una sofera metálica y está separada de la viga próxima por un espacio de $0^m,915$. Esta solucion de continuidad es debida á la curvatura del viaducto.

El de la orilla izquierda se halla establecido bajo las mismas condiciones que el de la orilla derecha; el radio de la curva es de $430^m,29$; el número de tramos es de siete; las luces varían desde $21^m,18$ hasta $38^m,24$.

Estos dos viaductos, en su proximidad al gran puente metálico que salva el brazo de mar, están contruidos con pendientes de $0^m,013$ y $0^m,016$ por metro.

El gran viaducto sobre el brazo de mar está formado por dos tramos de palastro de $158^m,68$ de longitud cada uno, colocados á $30^m,48$ sobre las pleamares y sostenidos por tres pilas, una de las cuales está construida en medio del espacio que se atraviesa.

Las pilas de las orillas son de mamposteria; la parte de cimiento tiene la forma de una pila de puente ordinario de $6^m,86$ de coronacion, y una longitud de $15^m,70$.

El cuerpo de la pila es rectangular; tiene $5^m,64$ de ancho y $9^m,15$ de longitud en el vértice. Sobre esta parte descansan las vigas de palastro que sostienen el tablero del puente.

La parte superior tiene la forma de un pórtico. Recibe los extremos de los tubos de los tramos grandes y tiene una abertura de $4^m,27$ de ancho y $7^m,52$ de alto para dejar libre el paso á los trenes. Toda esta última parte está consolidada por medio de un revestimiento de placas de fundicion, pudiendo por este medio considerarla como un solo macizo de mamposteria. La altura de las pilas de la orilla es de $29^m,78$ sobre las mas altas mareas; la de la orilla derecha tendrá $33^m,58$ de altura total desde la primera hilada del cimiento hasta la soleira de las vigas de los tramos grandes; su establecimiento no debe presentar grandes obstáculos, porque el terreno en que ha de elevarse es sólido y queda en seco durante la bajamar. La pila de la orilla derecha tendrá una altura total de $40^m,76$ desde el cimiento hasta las vigas del puente, pero su construccion exige mas esmero, por hallarse el terreno consistente á $10^m,98$ bajo el nivel de las pleamares y $5^m,19$ inferior á la bajamar.

La pila del centro (fig. 12) es mucho mas fuerte que las otras, por tener que soportar el peso de las dos mitades de los tramos. Se construye en medio del brazo de mar y se compone de un macizo de mamposteria de forma circular, de $10^m,67$ de diámetro en su base y $9^m,75$ de altura á contar desde la roca sobre que deberá establecerse; de un segundo macizo circular de $10^m,36$ de diámetro y $15^m,24$ de altura, con coronacion, que sube $3^m,66$ mas que la mayor altura del nivel del mar en aquel punto. Sobre esta primera fundacion se establecerán cuatro columnas de fundicion reunidas dos á dos en el sentido perpendicular á su eje por cruces de San Andres, tambien de fundicion. Estas columnas sostienen los extremos de los dos grandes tramos, y un pórtico semejante al de las

vigas de la orilla recibe los extremos de los dos tubos que vienen á apoyarse uno contra otro.

Las fundaciones de esta pila ofrecen dificultades de consideracion: además de la gran profundidad á que se encuentra el terreno consistente, que está $19^m,50$ mas bajo que el nivel de bajamar, es necesario atravesar una capa de fango de $3^m,20$ de espesor.

Para vencer estos obstáculos ha ideado Mr. Brunel el procedimiento siguiente (fig. 9.): coloca dentro del agua y en el emplazamiento que debe ocupar la obra un cilindro de palastro con armaduras de hierro, compuesto de dos partes; la del fondo lleva un casquete esférico y constituye una primera capacidad; un cilindro interior de menor diámetro forma una cámara anular, dividida en compartimentos, la que se pone en comunicacion con el exterior por medio de un tubo llamado pneumático encerrado dentro de otro de mayor diámetro. Este tubo pneumático sirve para inyectar aire en la capacidad anular donde trabajan los operarios con una presion de dos ó tres atmósferas para hacer equilibrio á la presion del agua exterior.

El tubo mayor que los encierra sirve para los agotamientos. Cuando se haya quitado el légamo por medio de esta especie de campana de buzos, y la roca quede enrasada al rededor del cilindro, se rellenará con mamposteria el fondo y los bordes para impedir la penetracion del agua. Efectuada esta operacion se quitará el casquete esférico y el tubo pneumático pudiéndose entonces trabajar en seco en el interior del cilindro; ó bien si aun existiesen filtraciones, los agotamientos ordinarios bastarán para mantener las aguas y continuar la mamposteria hasta el nivel de las aguas altas. La parte inferior del cilindro quedará abandonada; las demas podrán quitarse concluida la obra. Dos máquinas de vapor locomóviles, montadas sobre el vértice del tubo, harán el servicio de los agotamientos y de la inyeccion del aire.

Los dos tramos grandes (fig. 5) destinados á atravesar las distancias comprendidas entre la pila del centro y las de las orillas, están formados enteramente de hierro y palastro. Se componen de un arco tubular que descansa por sus dos estremidades en los pórticos de las pilas, y cuyo empuje se destruye por tirantes de hierro forjado unidos entre si por medio de pasadores, formando cadena como en los puentes colgados. Los eslabones van unidos al tubo por cruces de San Andrés de tal modo, que el tubo que resiste por compresion y las cadenas que sufren tension no forman sino una sola viga que tiene la forma de los sólidos de igual resistencia. El tablero del puente, que se apoya sobre dos largas vigas de palastro, está suspendido á este sólido por medio de piezas verticales que se ensamblan con las cadenas y el tubo formando un todo rígido.

El tubo que sufre el esfuerzo de compresion (fig. 6) tiene una seccion elíptica: su diámetro mayor es de $5^m,10$ y el menor de $3^m,66$; el grueso del palastro en la parte superior es $0^m,013$, y en los costados $0^m,026$. Las piezas verticales y las cruces de San Andres se unen con el tubo por medio de pasadores gruesos y fijados sólidamente; las hojas de palastro empleadas en su construccion tienen $3^m,05$ de longitud por $0^m,61$ de ancho.

Las cadenas que hacen equilibrio al empuje del tubo (fig. 7 y 8) estan formadas por catorce eslabones paralelos de hierro forjado de 5^m,95 de largo, 0^m,18 de altura y 0^m,025 de espesor; reunidos por medio de pasadores que forman articulacion. En cada lado del tubo hay una doble cadena; cada una de ellas se ensambla en su estremidad con el tubo por medio de un perno enorme de hierro forjado, que por si solo resiste la mitad de la tension de un semi-tramo. El tubo está en estas partes consolidado interiormente.

Las cruces de San Andrés se hacen con dos hojas de hierro forjado de 0^m,18 por 0^m,05 ensambladas en su punto de cruzamiento por medio de dos placas que abrazan los extremos; se reunen al tubo y á las vigas por medio de pernos gruesos y de orejas. La tension puede hacerse variar por medio de clavijas que se aprietan á discrecion.

Las piezas verticales de suspension (fig. 7 y 8) consisten en hojas de palastro de 0^m,006 de espesor en el sentido perpendicular al eje del puente, y 0^m,01 en el sentido longitudinal, ensamblados en cruz por medio de escuadras. Se unen con las vigas del puente por redoblonos y con el tubo por pasadores; tambien están unidas á las cadenas de tension con el auxilio de bridas de palastro que las abrazan y de pernos de hierro que atraviesan los eslabones de la cadena.

Las vigas del puente tienen 2^m,44 de altura (fig. 6, 7 y 8); afectan la forma circular en su parte superior y son planas en la inferior. Su construccion es análoga á la de las vigas de los viaductos curvos; el tablero tiene la misma disposicion. A cada lado de las vigas y en toda su longitud hay una salida interior con escuadra de hierro formando contra-carril.

Los dos grandes tramos que acabamos de describir descansan sobre la pila del centro á una altura mayor que la de las pilas de las orillas, de modo que la parte de puente construida sobre el brazo de mar tiene en su punto medio una flecha de 0^m,95.

Los talleres para la construccion del viaducto de Saltash se han establecido frente á la aldea de este nombre, al pie de la ladera de la orilla izquierda. Se componen de fundicion, fraguas y talleres de caldereria, y forman un establecimiento considerable con el que se ocupan 500 ó 600 operarios.

La fundicion tiene dos crisoles. La fragua contiene siete hornos ademas de otros varios para calentar el palastro cuando se trabaja y las escuadras; se halla colocada en la bahia y próximamente en la misma linea que los talleres de montage. El taller para la manipulacion del palastro encierra tres cilindros, dos tijeras, dos hornos de calentar y una máquina de taladrar. En el taller de montage hay una máquina para cepillar, tres para taladrar, una de ellas de grandes dimensiones y varios tornillos. Dos máquinas ponen en movimiento estos diferentes útiles. Los talleres están reunidos por vias de hierro que sirven para comunicarlos entre si y con otra via que conduce á un muelle de desembarque á donde van á parar la hulla, el palastro, las maderas y todas las demas materias necesarias para la construccion de la obra.

Paralelamente á la orilla y avanzando hasta dentro del mar, se ha establecido una enorme montea sobre la que se está construyendo un gran tramo completo, compuesto de tubo compresible, ca-

dena de tension y tablero. La montea se ha formado con pilotes hincados en el terreno y reunidos por largueros; sobre estos se elevan piezas rectas, consolidadas por cruces de San Andrés, que van disminuyendo de altura desde el centro á las estremidades, para permitir el establecimiento de un piso en arco de círculo que tiene exactamente la forma del tubo que allí se construye. Este piso tiene una abertura longitudinal para dejar descansar al tubo sobre los largueros y bajo el tubo mismo hay un segundo andamio que sirve para trabajar en la parte inferior. Todo este andamiage está consolidado del lado del mar con tornapuntas; en las piezas rectas hay señales que permiten verificar en cada momento la forma dada al tubo.

Cuando este tramo así construido se encuentre terminado, se le hará resbalar hasta colocarse sobre unos pontones, llevándole despues con el auxilio de la marea hasta el emplazamiento que debe ocupar entre dos pilas. Esta enorme masa subirá despues á mas de treinta metros por medio de prensas hidráulicas y con procedimientos análogos á los empleados en el puente Britannia sobre el estrecho de Menai. Con objeto de conocer la marcha de la marea en aquel punto, dato importante para la ascension del tubo, se ha establecido á la orilla del mar un cilindro recubierto de papel y movido por un mecanismo de relojeria. El mar por medio de un flotador y de un estilo marca allí su marcha ascendente ó decreciente.

El peso de un tramo grande completo será de 915 toneladas; el del puente Britannia para una luz casi igual tiene 1 575 toneladas. El gasto total para la construccion está evaluado en 4 050 000 francos. El puente Britannia ha costado mas de 15 millones. Aunque este último sea de dos vias, se vé sin embargo que el sistema empleado por Mr. Brunel es mas económico.

En estas vigas, el hierro está sometido á una compresion de 5 toneladas por pulgada cuadrada, ó sea 7^k,8 por milimetro cuadrado, y á 5 toneladas y media en la tension ó sean 8^k,6.

En el momento en que visité esta importante obra, habia construidas muchas pilas del viaducto de la orilla derecha, y algunas vigas de palastro. El cilindro para fundacion de la pila central estaba colocado, y se preparaban á empezar la difícil operacion del cimientó. Una porción de 10 metros de longitud del tubo compresible estaba terminada.

Este viaducto que en nada es inferior á la obra maestra de M. Stephenson, estará concluido para el año 1857.

Nota de octubre de 1855. Despues de redactada la nota anterior, ha hecho algunos progresos el difícil trabajo de la fundacion de la pila central. Toda la parte circular está terminada; desgraciadamente para la capacidad del centro que se creia estaria en seco tan pronto como se estableciese el anillo exterior, no bastan las bombas de agotamiento. El cuidado con que se ha hecho la mamposteria del exterior hace suponer que el agua entre por alguna grieta de la roca que comunique con la parte destinada á los agotamientos. El caso se habia previsto por Mr. Brunel, que piensa servirse del aire comprimido para esta parte de la pila como para el resto. El trabajo marcha por lo demas con regularidad y es seguro que el Ingeniero triunfará de estas dificultades y terminará felizmente su obra.

VIADUCTO DE SALTASH, CERCA DE PLYMOUTH

FIG. 1. Alzado

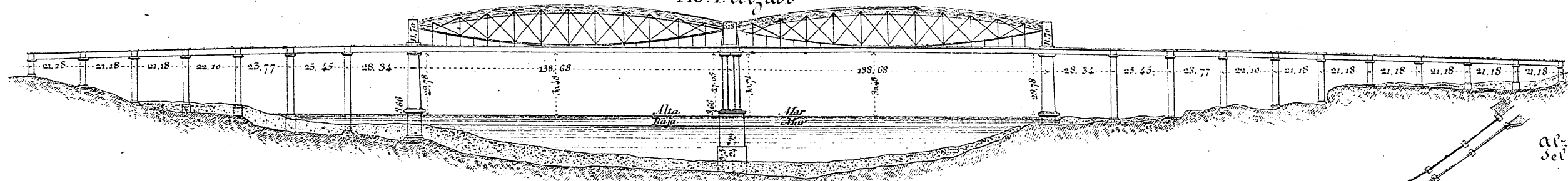


FIG. 2. Planta

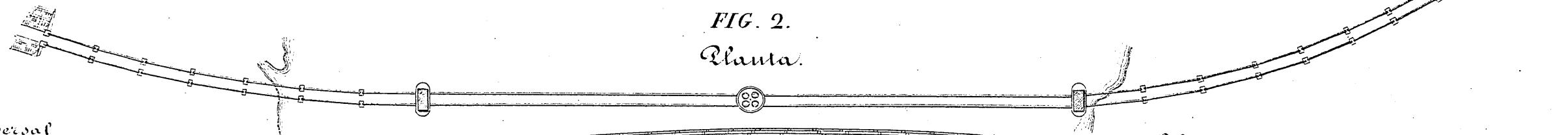


FIG. 10. Alzado de una pila del viaducto curvo

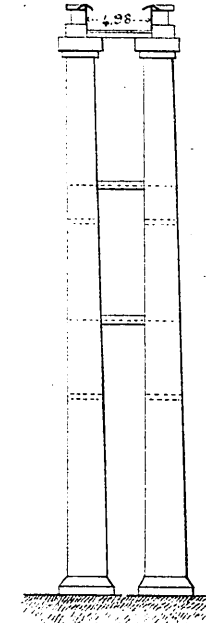


FIG. 5. Sección transversal

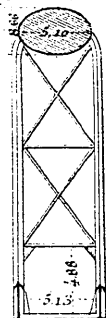


FIG. 12. Alzado de una pila del medio

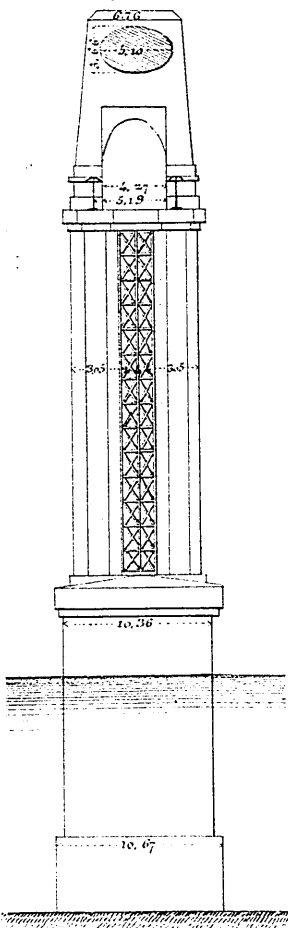


FIG. 3.

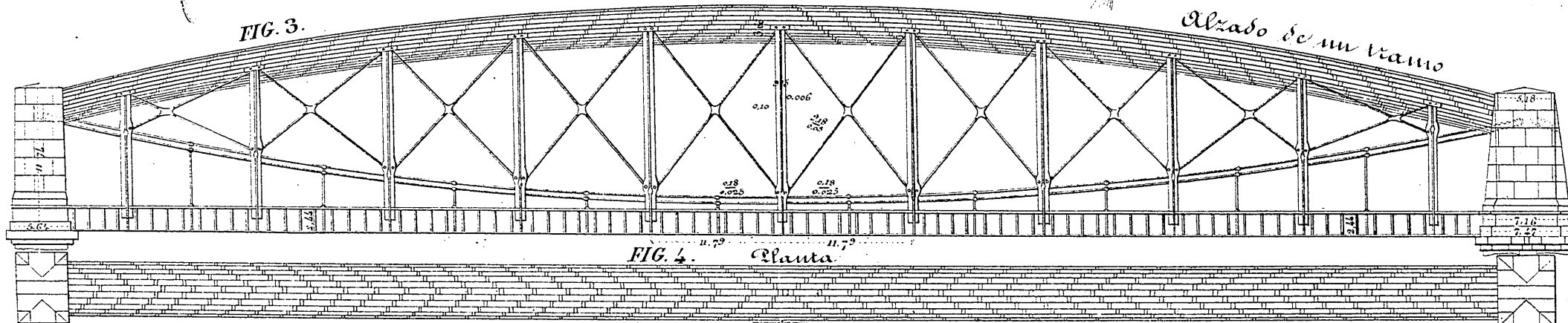


FIG. 4. Planta



FIG. 9. Sección transversal del tubo de fundación para la pila del medio

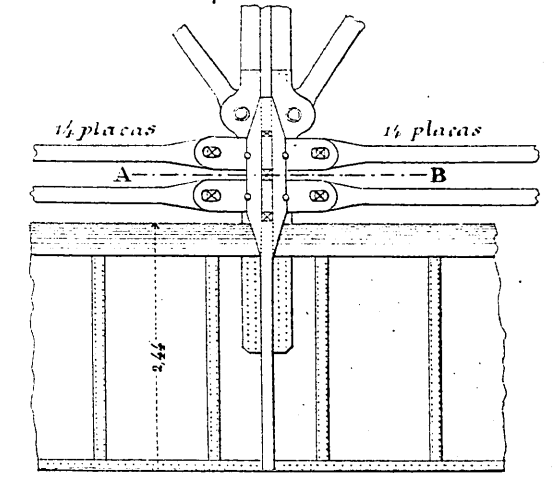


FIG. 8. Planta sobre A.B.



Fig 1 y 2 Escala de 0,0005.
Fig 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12. Escala de 0,002 por metro
Fig 7 Escala de 0,004 por 1 metro

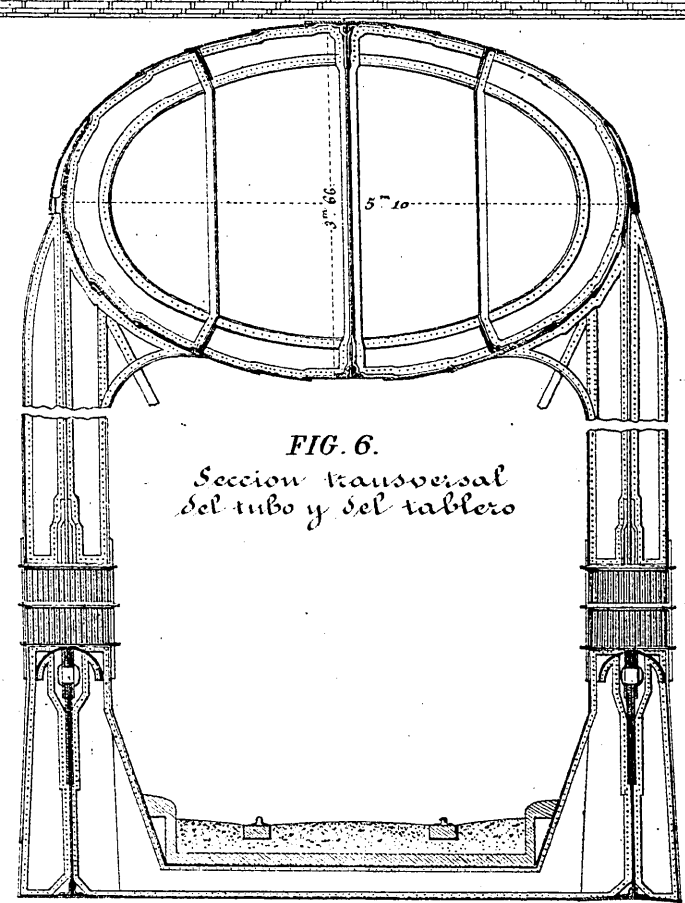


Fig 7 y 8 Escala de 0,015 por 1 metro

FIG. 7. Ensamblaje de las cadenas de tensión con las varillas de suspensión

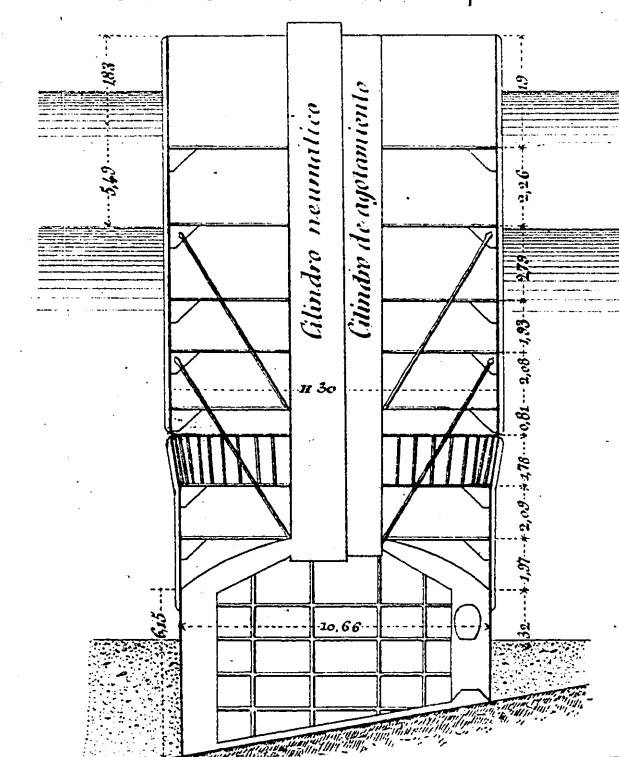


FIG. 11. Alzado de una pila de la orilla

